

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 06096522 A

(43) Date of publication of application: 08 . 04 . 94

(51) Int. Cl

G11B 20/10  
G11B 20/18  
H03K 5/08  
H03M 13/12

(21) Application number: 04245018

(22) Date of filing: 14 . 09 . 92

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: MUTO HIROSHI

(54) **DEVICE FOR DEMODULATION PROCESSING  
MAGNETIC DISK APPARATUS**

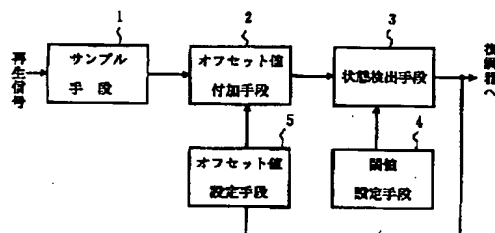
with a high data rate.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To judge the state of the title device at high speed and to comply with the high data rate of the title device by a method wherein an offset is given to an input sample value string on the basis of an input sample value in its previous state and it is compared with a fixed threshold value.

**CONSTITUTION:** An offset value from an offset-value setting device 23 is input to an adder 21, a sample-value string which has been input to the adder 21 is added to the offset value and input to a comparator 45. In the comparator 45, the sample value string to which the offset value has been added is compared with a fixed threshold value  $V_{th}^+ = +A/g$  and a threshold value  $V_{th}^- = -A/2$ . It is judged whether the state of an input sample-value string after addition of the offset value is a threshold value  $V_{th}^+$  or higher or it is between the threshold values  $V_{th}^+$  and  $V_{th}^-$ , or it is the threshold value  $V_{th}^-$  or lower. As a result, the state can be judged at high speed, and the title device can comply



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-96522

(43)公開日 平成6年(1994)4月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 20/10	3 2 1 A	7923-5D		
20/18	1 0 2	9074-5D		
H 0 3 K 5/08		R 7402-5 J		
H 0 3 M 13/12		8730-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-245018

(22)出願日 平成4年(1992)9月14日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 武藤 弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外3名)

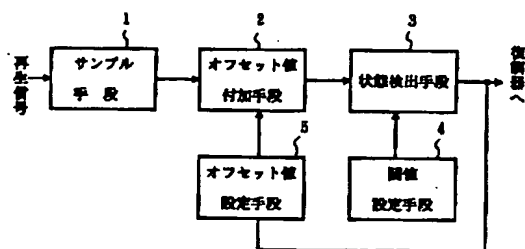
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置の復調処理装置

(57)【要約】

【目的】 磁気ディスク装置の復調処理装置に関し、サンプル値の状態判定の高速化を図り、短いサンプリング間隔にも対応可能な装置の提供を目的とする。

【構成】 パーシャルレスポンス方式の磁気ディスク装置の復調処理装置を、再生信号のサンプル手段1と、入力サンプル値列 $Y_1, Y_2, \dots, Y_{k-1}, Y_k, \dots$ にオフセット値 $V_{offset}$ を与える手段2と、オフセット値付加後のサンプル値列の正、負側の振幅判定用の第1、第2の閾値 $V_{th}^+, V_{th}^-$ の設定手段3と、オフセット値付加後のサンプル値が、 $V_{th}^+$ 以上の①状態、 $V_{th}^-$ と $V_{th}^+$ の間である②状態、又は $V_{th}^-$ 以下の③状態の何れかを検出する手段4と、 $k$ 番目のサンプル値のオフセット量 $V_{offset}(k)$ を、 $k-1$ 番目の状態が、①の時は、 $Y_{k-1}-A/2$ 、②の時は $k-1$ 番目の状態と同じ、③の時は、 $Y_{k-1}+A/2$ に設定する手段5とから構成する。

本発明の原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 パーシャルレスポンス方式を用いた磁気ディスク装置からの再生信号を復調する最尤検出器の状態を検出する復調処理装置であって、

再生信号をサンプリングして入力サンプル信号を作るサンプリング手段(1)と、

入力サンプル値列 ( $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{k-1}, Y_k, \dots$ ) に対して、オフセット値 ( $V_{\text{offset}}$ ) を与えるオフセット値付加手段(2)と、

このオフセット値が付加されたサンプル値列の正側、及び負側の振幅の大きさを判定する為の固定された第1の閾値 ( $V_{\text{th}^+}$ ) と、第2の閾値 ( $V_{\text{th}^-}$ ) を設定する閾値設定手段(3)と、

前記オフセット値が付加されたサンプル値が、前記第1の閾値以上である第1の状態、前記第1の閾値と第2の閾値との間である第2の状態、または前記第2の閾値以下の第3の状態の何れの状態であるかを検出する状態検出手段(4)と、

理想状態でのロジックシンボル“1”に対応する振幅をAとした時に、第k番目のサンプル値のオフセット量

( $V_{\text{offset}}(k)$ ) を、第k-1番目の状態が、

前記第1の状態の時は、 $Y_{k-1} - A/2$ 、

前記第2の状態の時は、第k-1番目の状態と同じ、

前記第3の状態の時は、 $Y_{k-1} + A/2$ 、

に設定するオフセット量設定手段(5)と、

を備えることを特徴とする磁気ディスク装置の復調処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク装置の復調処理装置に関し、特に、パーシャルレスポンス方式を用いた磁気ディスク装置からの再生信号を復調する最尤検出器の状態を検出する復調処理装置に関する。磁気ディスク装置の高速、大容量化に伴い、復調回路が扱う信号は周波数が高くなり、媒体上の記録密度も上昇することから信号品質が著しく劣化したものとなる。

【0002】 この様な劣化した信号の復調に際しては、従来から行われているピーク検出では信頼性の高い復調が困難になりつつある。信頼性の高い復調の有効な方法の1つとしては、制御された波形干渉が付加された再生信号をビットレートでサンプリングし、復調処理するパーシャルレスポンス方式が公知である。このパーシャルレスポンス方式の復調処理に関しては、例えば、以下に示す2つの文献がある。

【0003】 (1) E.R.Kretzmer著: "Generalization of a Technique for Binary Data Communication", [IEEE Trans. Comm. Tech. COM-14, pp.67-68, (1966)]

(2) H.Kobayashi and D.T.Tang共著: "Application of Partial Response Channel Coding to Magnetic Recording systems", [IBM J. Res. Develop., 14, No. 4, p

p. 368-375, (1970) ]

また、このパーシャルレスポンス方式の等化方式の一つであるクラス4等化方式において最尤検出方を取り入れる試みも検討されており、これに関しては、例えば、以下の2つの文献がある。

【0004】 (1) M.J.Ferguson著: "Optimal Reception for Binary Partial Response Channels" [The Bell System Technical Journal Vol 51, NO. 2, pp493-505, (1972) ]

(2) Roger W. Wood and David A. Petersen 共著: "Viterbi Detection of Class IV Partial Response on a Magnetic Recording Channel" [IEEE Trans. Comm. COM-34, NO.5, pp454-461, (1986) ]

これらの文献に記載されたパーシャルレスポンス方式の復調装置には、読み出されたサンプル値列から最も尤度の高いデータ列を導き、これを検出結果として出力することが記載されている。この場合、入力したサンプル値列は以前の状態に依存して変化するしきい値  $V_{\text{th}^+}$ 、 $V_{\text{th}^-}$  と比較され、入力サンプル値の状態が判定されなければならない。従って、状態判定の高速化が可能であり、高いデータレートにも対応できる最尤検出器の状態検出処理が望まれている。

## 【0005】

【従来の技術】 図4は従来のパーシャルレスポンス方式を用いた磁気ディスク装置において再生信号を復調する最尤検出器の状態を検出する状態検出器40の構成を示すものである。磁気ディスク41からヘッド42により読み出された再生信号は、増幅器43で増幅された後にサンプルホールド回路 (S/H) 44にてサンプリングされ、サンプル値列となる。このサンプル値列は比較器45と閾値設定器46に入力される。比較器45では、入力サンプル値列が閾値設定器46によって設定された閾値  $V_{\text{th}^+}$ 、 $V_{\text{th}^-}$  と比較され、入力サンプル値が閾値  $V_{\text{th}^+}$  以上か、閾値  $V_{\text{th}^+}$  と  $V_{\text{th}^-}$  の間にあるか、または閾値  $V_{\text{th}^-}$  以下かの状態が判定される。この状態判定結果は最尤復調器47に入力されて復調処理が行われ、この最尤復調器47から復調データが出力される。

【0006】 次に、図4の状態検出器40における状態の判定と閾値の設定について説明する。入力サンプル値の第k番目のサンプル値を  $Y_k$  としたときに、このサンプル値  $Y_k$  の状態は、この時の閾値を  $V_{\text{th}^+}(k)$ 、 $V_{\text{th}^-}(k)$  として、以下の3つの状態に分けられる。

【0007】 (1) 状態①:  $Y_k \geq V_{\text{th}^+}(k)$

(2) 状態②:  $V_{\text{th}^+}(k) > Y_k > V_{\text{th}^-}(k)$

(3) 状態③:  $Y_k \leq V_{\text{th}^-}(k)$

また、この時の閾値  $V_{\text{th}^+}(k)$ 、 $V_{\text{th}^-}(k)$  は、入力サンプル値の第k-1番目の状態に依存し、次のように設定される。但し、Aは理想状態でのロジックシンボル“1”に対応する振幅である。

【0008】 (a) 第k-1番目の状態が①である時、

10

20

30

40

50

3

$$V_{th}^+(k) = Y_{k-1} \quad V_{th}^-(k) = Y_{k-1} - A$$

(b) 第  $k-1$  番目の状態が②である時、

$$V_{th}^+(k) = V_{th}^+(k-1), \quad V_{th}^-(k) = V_{th}^-(k-1)$$

(b) 第  $k-1$  番目の状態が③である時、

$$V_{th}^+(k) = Y_{k-1} + A, \quad V_{th}^-(k) = Y_{k-1}$$

図5はこのようなサンプル値列と閾値の変化の様子を示すものであり、この図5における変化を時間を追って説明する。まず、 $k=1, 2$ の時は、サンプル値  $Y_1, Y_2$  が閾値  $V_{th}^-$  と閾値  $V_{th}^+$  の間にあるので状態②であり、閾値は変化しない。ところが、 $k=3$ の時は、サンプル値  $Y_3$  が閾値  $V_{th}^+$  を越えるので状態①になる。この時は、次の  $k=4$  の時に、閾値  $V_{th}^+$  の値が前述の (a) で説明したように、サンプル値  $Y_3$  と同じになり、閾値  $V_{th}^-$  の値がこの  $Y_3$  より閾値幅  $A$  だけ下がった  $Y_3 - A$  になる。以後の  $k=4, 5, 6$  の時は、サンプル値  $Y_4 \sim Y_6$  が閾値  $V_{th}^-$  と閾値  $V_{th}^+$  の間にあるので状態②であり、閾値は  $k=4$  の時と変わらない。そして、 $k=7$  の時にサンプル値  $Y_7$  が閾値  $V_{th}^-$  を下回るので状態③になる。この時は、次の  $k=8$  の時に、閾値  $V_{th}^-$  の値が前述の (c) で説明したように、サンプル値  $Y_7$  と同じになり、閾値  $V_{th}^+$  の値がこの  $Y_7$  より閾値幅  $A$  だけ上がった  $Y_7 + A$  になる。以後の  $k=8, 9, 10$  の時は、サンプル値  $Y_8 \sim Y_{10}$  が閾値  $V_{th}^-$  と閾値  $V_{th}^+$  の間にあるので状態②であり、閾値は  $k=7$  の時と変わらない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の状態検出器40では、サンプル値が2つの閾値  $V_{th}^-$  と  $V_{th}^+$  の範囲から外に出た場合は、閾値  $V_{th}^-$  と  $V_{th}^+$  とを間隔  $A$  を保って同時に変化させなければならないので、データレートが上がってサンプリング間隔が短くなった場合に、閾値  $V_{th}^-$  と  $V_{th}^+$  の間隔  $A$  を保持した同時変化ができなくなる可能性があり、同時性の点で動作が困難になる恐れがある。

【0010】そこで、本発明は、磁気ディスク装置の復調処理におけるサンプル値の状態判定の高速化を図れ、データレートが上がってサンプリング間隔が短くなった場合にも対応可能な磁気ディスク装置の復調処理装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の磁気ディスク装置の復調処理装置は、パーシャルレスポンス方式を用いた磁気ディスク装置からの再生信号を復調する最尤検出器の状態を検出する復調処理装置であって、図1に示すように、再生信号をサンプリングして入力サンプル信号を作るサンプル手段1と、入力サンプル値列  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{k-1}, Y_k, \dots$  に対して、オフセット値  $V_{offset}$  を与えるオフセット値付加手段2と、このオフセット値が付加されたサンプル値列の正側、及び負側の振幅の大きさを判定する為の固定された第1の

4

閾値  $V_{th}^+$  と、第2の閾値  $V_{th}^-$  を設定する閾値設定手段3と、前記オフセット値が付加されたサンプル値が、前記第1の閾値以上である第1の状態、前記第1の閾値と第2の閾値との間である第2の状態、または前記第2の閾値以下の第3の状態の何れの状態であるかを検出する状態検出手段4と、理想状態でのロジックシンボル

“1”に対応する振幅を  $A$  とした時に、第  $k$  番目のサンプル値のオフセット量  $V_{offset}(k)$  を、第  $k-1$  番目の状態が、前記第1の状態の時は、 $Y_{k-1} - A/2$ 、前記第2の状態の時は、第  $k-1$  番目の状態と同じ、前記第3の状態の時は、 $Y_{k-1} + A/2$  に設定するオフセット量設定手段5とを備えることを特徴としている。

【0012】

【作用】本発明の磁気ディスク装置の復調処理装置によれば、入力サンプル値列に、その前の状態の入力サンプル値を基にしてオフセットが与えられ、これを固定の閾値と比較してその状態が判定される。この結果、状態判定の高速化が可能となり、高いデータレートにも対応できる最尤検出器が実現される。

【0013】

【実施例】以下添付図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。図2(a)は本発明の一実施例の磁気ディスク装置の復調処理装置20の構成を示すものであり、図4に示したサンプルホルダ44以降の部分が示されている。なお、以下の説明において、 $A$  は理想状態でのロジックシンボル“1”に対応する振幅である。

【0014】図示しない磁気ディスクからヘッドにより読み出された再生信号は、増幅された後にサンプルホルド回路にてサンプリングされ、図2(a)に示すように入力サンプル値列となって加算器21と閾値設定器46に入力される。加算器21には後述するオフセット値設定器23からのオフセット値が入力されており、この加算器21に入力されたサンプル値列は、オフセット値と加算されて比較器45に入力される。比較器45では、オフセット値が付加された入力サンプル値列が固定の閾値  $V_{th}^+ = +A/2$  と閾値  $V_{th}^- = -A/2$  と比較され、オフセット値付加後の入力サンプル値が閾値  $V_{th}^+$  以上か、閾値  $V_{th}^+$  と  $V_{th}^-$  の間にあるか、または閾値  $V_{th}^-$  以下かの状態が判定される。この状態判定結果はオフセット値設定器23と最尤復調器24に入力される。そして、オフセット値設定器23ではオフセット値が決定され、最尤復調器24では復調処理が行われ、この最尤復調器24から復調データが出力される。

【0015】図2(b)は比較器22の内部構成を示すものであり、比較器22の内部には2つのコンパレータ22a, 22bがあつて、それぞれ固定された閾値  $+A/2$  と閾値  $-A/2$  に対する入力サンプル値の大小が比較され、入力サンプル値の状態が、以下の3つの状態に分けられる。

(1) 状態①：閾値  $+A/2$  以上

(2) 状態②: 閾値 $-A/2$ と閾値 $+A/2$ の間

(3) 状態③: 閾値 $-A/2$ 以下

\* 判定結果は、例えば2ビットのロジック信号として出力

\* される。この実施例では判定結果は下表ようになる。

【表1】入力サンプル値の状態の判定結果

状 態	条 件	出力S <sub>1</sub>	出力S <sub>2</sub>
①	閾値 $+A/2$ 以上	H	L
②	$-A/2$ と $+A/2$ の間	L	L
③	閾値 $-A/2$ 以下	L	H

また、図2(a)におけるオフセット設定器23は、遅延素子31、第1の加算器32、切換スイッチ33、オフセット電源34、第2の加算器35、開閉スイッチ36、レジスタ37、および状態判定結果の遅延素子38から構成されている。遅延素子31では入力サンプル値に対して1ステップの遅延が行われ、1つ前のサンプル値 $Y_{k-1}$ が得られる。このサンプル値 $Y_{k-1}$ は、加算器32、加算器35、開閉スイッチ36、及びレジスタ37を経て加算器21に入力される。レジスタ37は、次にオフセット値が更新されるまで、即ち、次に $S_1(k-1)$ または $S_2(k-1)$ が“H”になるまで同一のオフセット値を保つ動作をする。また、比較器22よりオフセット設定器23に入力された状態判定結果 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ は、遅延素子38によって1ステップの遅延が行われ、1つ前の状態判定結果 $S_1(k-1)$ 、 $S_2(k-1)$ が得られる。前述の切換スイッチ33は、この状態判定結果 $S_1(k-1)$ が“H”の時に図の右側に倒れてサンプル値 $Y_{k-1}$ にオフセット電圧 $-A/2$ を加え、状態判定結果 $S_2(k-1)$ が“H”の時に図の左側に倒れてサンプル値 $Y_{k-1}$ にオフセット電圧 $+A/2$ を加える。更に、開閉スイッチ36は、1つ前の状態判定結果 $S_1(k-1)$ 又は $S_2(k-1)$ が“H”の時にONとなる。

【0016】次に、図2(a)の復調処理装置20におけるオフセット値の設定について説明する。入力サンプル値の第k番目のサンプル値を $Y_k$ とすると、このサンプル値 $Y_k$ には加算器21においてオフセット値 $V_{off}(k)$ が付加されるので、オフセット値付加後のサンプル値 $Y_k - V_{off}(k)$ の状態は、この時の閾値を $+A/2$ 、 $-A/2$ として、以下の3つの状態に分けられる。

【0017】(1) 状態①:  $Y_k - V_{off}(k) \geq +A/2$

(2) 状態②:  $+A/2 > Y_k - V_{off}(k) > -A/2$

(3) 状態③:  $Y_k - V_{off}(k) \leq -A/2$

また、この時のオフセット値 $V_{off}(k)$ は、入力サンプル値の第k-1番目の状態に依存し、次のように設定される。但し、 $0 \leq |Y_k| \leq A$ である。

【0018】(a) 第k-1番目の状態が①である時、 $V_{off}(k) = Y_{k-1} - A/2$

(b) 第k-1番目の状態が②である時、 $V_{off}(k) = V_{off}(k-1)$

(b) 第k-1番目の状態が③である時、 $V_{off}(k) = Y_{k-1} + A/2$

図3はこのようなサンプル値列とオフセット値の変化の様子を示すものであり、サンプル値列として図5で示し

たものと同じものが入力されるとして、この図3におけるオフセット値の変化を時間を追って説明する。まず、 $k=1, 2$ の時は、サンプル値 $Y_1, Y_2$ が閾値 $-A/2$ と閾値 $+A/2$ の間にあるので状態②であり、オフセット値は以前の状態と同じで変化しない。ところが、 $k=3$ の時は、サンプル値 $Y_3$ が閾値 $+A/2$ を越えるので状態①になる。この時は、次の $k=4$ の時に、オフセット値 $V_{off}(k)$ の値が前述の(a)で説明したように、 $Y_3 - A/2$ となる。よって、この時に加算器21に入力されるサンプル値を $Y_4'$ とすると、オフセット値付加後のサンプル値 $Y_4$ は、 $Y_4 = Y_4' - Y_3 + A/2$ となり、従来例で説明した閾値 $+A/2$ を $Y_3$ の値に引き上げたのと同様の判定が行える。

【0019】以後の $k=4, 5, 6$ の時は、サンプル値 $Y_4 \sim Y_6$ が閾値 $-A/2$ と閾値 $+A/2$ の間にあるので状態②であり、オフセット値は $k=4$ の時と変わらない。そして、 $k=7$ の時にサンプル値 $Y_7$ が閾値 $-A/2$ を下回るので状態③になる。この時は、次の $k=8$ の時に、オフセット値 $V_{off}(k)$ の値が前述の(c)で説明したように、 $Y_7 + A/2$ となる。よって、この時に加算器21に入力されるサンプル値を $Y_8'$ とすると、オフセット値付加後のサンプル値 $Y_8$ は、 $Y_8 = Y_8' - Y_7 - A/2$ となり、従来例で説明した閾値 $-A/2$ を $Y_7$ の値に引き下げたのと同様の判定が行える。

【0020】このような処理により、以上説明した実施例の復調処理装置20では、サンプル値が2つの閾値 $-A/2$ と $+A/2$ の範囲から外に出た場合は、オフセット値のみを変化させれば良いので、データレートが上がってサンプリング間隔が短くなった場合でもオフセット値の追従動作が遅くなることなく、磁気ディスク装置の復調処理におけるサンプル値の状態判定の高速化が図れる。

【0021】なお、前述の実施例に於いては、アナログ処理のイメージで表現しているが、これをデジタル処理で行っても何ら困難はない。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、入力サンプル値列に、その前の状態の入力サンプル値を基にしたオフセット値が与えられ、これを固定の閾値と比較してその状態が判定されるので、状態判定の高速化が可能となり、高いデータレートにも対応できる最尤検出器が実現されるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ディスク装置の復調処理装置の構成を示す原理構成図である。

【図2】(a) は本発明の磁気ディスク装置の復調処理装置の一実施例の構成を示すブロック回路図であり、(b) は(a) の比較器の構成を示す回路図である。

【図3】本発明のサンプル値列とオフセット値の変化を示す説明図である。

【図4】従来の最尤検出器の状態検出器の構成を示すブロック回路図である。

【図5】従来のサンプル値列と閾値の変化を示す説明図である。

【符号の説明】

1…サンプル手段

2…オフセット値付加手段

3…状態検出手段

4…閾値設定手段

5…オフセット値設定手段

21…加算器

22…比較器

23…閾値設定器

24…最尤復調器

31, 38…遅延素子

32, 35…加算器

33…切換スイッチ

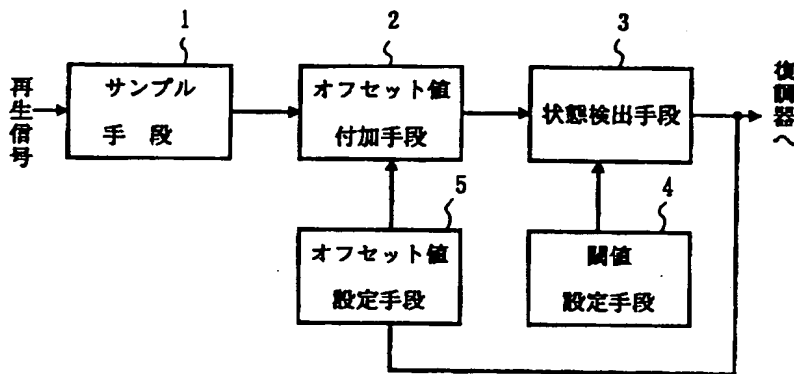
34…オフセット電源

36…開閉スイッチ

37…レジスタ

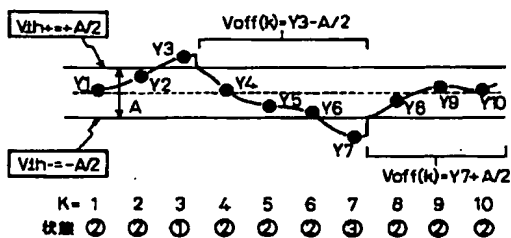
【図1】

本発明の原理構成図



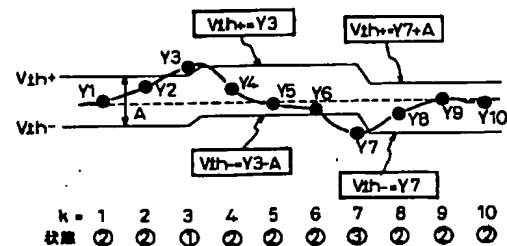
【図3】

本発明のサンプル値列とオフセット値の変化

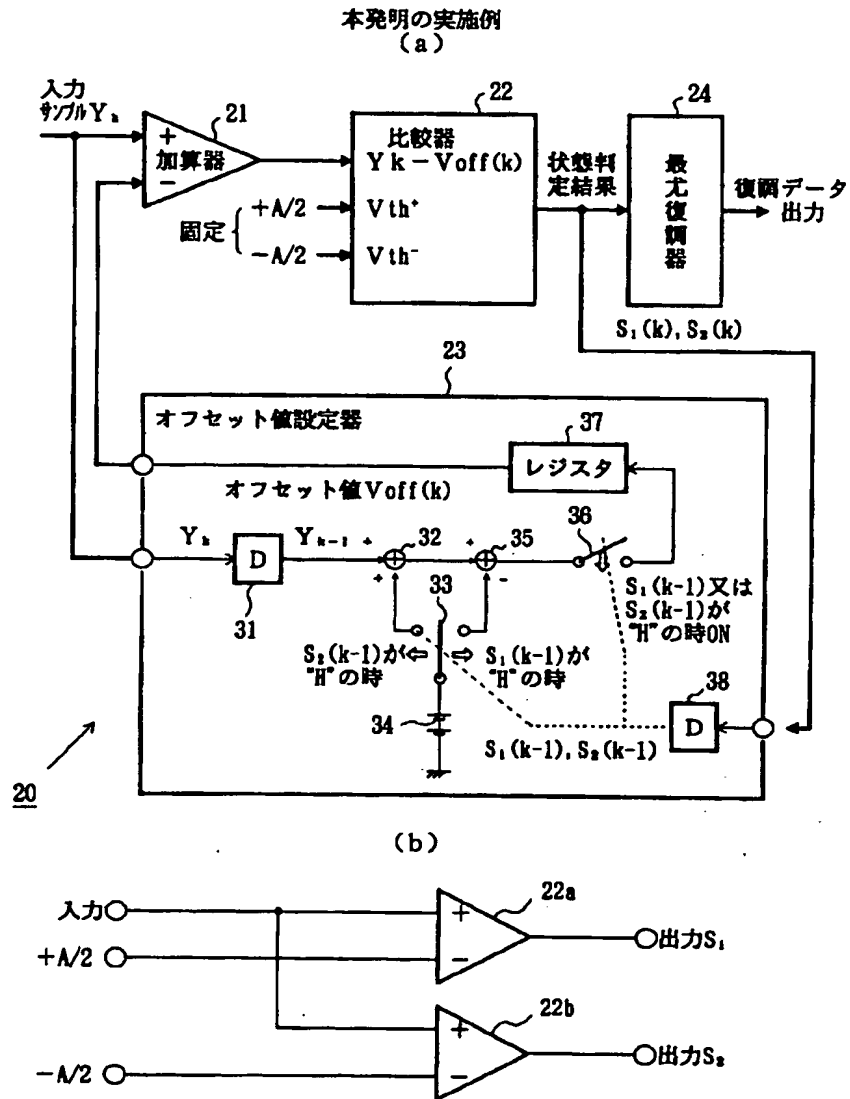


【図5】

従来のサンプル値列と閾値の変化



【図2】



【図4】

## 従来の最尤検出器の状態検出器

